

介紹

1. 使用範圍

本機械安全資料表主要目的在隔離機械設備於操作時所產生的振動或衝擊性振動，因此著重於機械振動源的隔離，通常在新機械或舊機械重新安裝時使用。同時本資料表也提供機械製造商和機械安裝人員，選擇和安裝適當裝置以隔離機械振動考量時的重要參考參數。

2. 名詞解釋

振幅：振動的大小值，即振動於一週期內，位移(速度、加速度)量的最大值。

頻率：振動週期性變化的快慢程度，通常以Hz為單位，1Hz表示振動週期每秒鐘變化1次。

振動隔離：將振動的能量吸收、反射，或將振動的傳遞路徑阻隔，以避免振動的能量傳遞。

3. 構造、形式種類、優點

振動隔離裝置的構造與型式種類變化相當繁複，針對不同的振動型態與機械形式、維修空間等考量，會有不同的設計，然而其基本上皆為質量-阻尼-彈簧系統，藉由不同的彈性、剛性和阻尼效果，將振動能量吸收、阻隔或反射，以達到隔離振動的效果。

4. 使用場所(作業)、行業、職種、相關作業環境

本資料表所述之振動隔離裝置係針對機械振動源的隔離，通常在新機械或舊機械重新安裝時使用。

危害

1. 潛在危害、災害類型、災害防止對策：(略)
2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理：(略)
3. 相關作業環境之危害：(略)

使用

使用機械振動源隔離裝置的目的及原則

1. 使用機械振動源隔離裝置的目的在於保護機械振動源附近的人員及建築物，避免其受到振動的危害及損壞。其使用時機為
 - (1) 保護振動機械的操作人員
 - (2) 保護振動機械附近的人員
 - (3) 保護安裝振動機械的建築物及其結構
 - (4) 保護在建築物中可能承受過量振動量的人員
 - (5) 機械或其建築物的振動量超出法令規定許可限值
2. 機械設計時即應考量將機械操作的振動量儘可能降低，機械振動源隔離裝置可用為附加的減振裝置，但不可以使用此裝置來替代機械的減振設計。
3. 除了機械本身的驅動力之外，環境的背景振動對機械振動與隔離的影響甚為明顯，因此必須對機械安裝的環境，先行實施機械和環境背景振動的分析，分析內容至少應包括機械運轉一週期以上的時域訊號及足夠的頻譜分析。
4. 實施機械及環境背景振動頻譜分析之後，應使得機械的自然頻率避開環境背景中的振動頻率，以避免共振或拍振的現象發生。若是在複雜系統中無法避開自然頻率時，應以特案方式，尋求專家解決。
5. 振動量測的方式及結果記錄，應遵照指定的標準、規範或工程界普遍認可的方式及格式實施。

振動量測的原則

6. 一般振動量測皆以機械的時域訊號為主，再轉換成頻域訊號，然後進一步展開各項後處理的計算。
7. 振動量測時所使用的儀器及感測器應注意其動態範圍、靈敏度、解析度、反應速度……等特性，以免量測錯誤的訊號，造成誤判，而無法達到隔離振動的目的。
8. 一般振動量測的參數為位移、速度或加速度，通常低頻振動(100Hz以下)以量測振動位移為主，中頻振動(100~1000Hz)以量測振動速度為主，而高頻振動(1000Hz以上)以量測振動加速度為主。
9. 振動量測時應儘可能接近振動源，以避免雜訊的干擾；量測機械振動時除了振動源之外，應增加機械基座振動的量測。
10. 影響振動響應的三大要素為物體的剛性、阻尼性和質量，而此三要素皆為物質材料的特性。適當的選擇材料及設計，可以調配此三要素的比例，達到隔離振動的目的。

11. 量測振動時，振動感測器應儘量與受測點牢固的緊密接觸，以避免雜訊的產生。
12. 選擇振動感測器時，應注意其質量不可太大，以免影響整體系統的質量與剛性。

機械振動隔離裝置的選擇

13. 機械的製造商、供應商，振動隔離裝置的製造商、供應商，和機械的使用者，必須充分的溝通，了解相互的需求，才能選擇此機械最適當的隔離裝置。
14. 選擇機械的振動隔離裝置時，除了考量機械的靜態特性之外，同時必須考量機械的動態特性，和機械附近建築物及其他振動源的動態特性。
15. 機械設備的製造商應提供足夠的資訊給使用者，以使得機械設備能夠適當的安裝；如果必要時，機械設備的製造商應自機械振動隔離裝置的製造商處取得足夠的資訊，提供使用者安裝機械設備。
16. 機械設備的製造商提供給使用者的資訊，至少應包括：
 - (1) 機械設備的圖面，此圖面內容至少應包含：
 - A. 機械的輪廓及安裝後的圖示，如果可能的話，最好包括機械製造商指定的安裝基礎。
 - B. 機械設備的尺寸。
 - C. 機械設備的總重量，質量中心及轉動慣量。
 - D. 為穩固安裝機械設備的螺栓尺寸及特殊的鎖定方式，連結設備的位置，搪孔的位置，公差和其他任何特殊材料的考量等，皆應在圖面中加以說明。
 - E. 以機械設備的質量中心為原點的三個相互垂直的座標軸及其方向(如卡式座標軸)，及建議最佳的振動隔離的方向。
 - F. 相對於垂直軸的正常機械方向，並指出機械的主要振動或衝擊的方向。同時應在圖面上說明可行的結構補強或連結點位置和方向，這些資訊通常決定振動隔離系統與質量中心、振動方向等的關係。
 - (2) 為了確保機械設備安全的安裝和使用，機械設備的振動驅動源(通常是以時域或頻域函數的力、力偶或力矩表示)應詳細的說明，這些振動的驅動源可如下列的型式表現：
 - A. 原有轉動頻率的力和力偶；

- B. 反平衡後殘餘的轉動頻率的力和力偶；
 - C. 由往復運動的質量產生的力和力偶；
 - D. 扭力產生的力偶；
 - E. 氣體衝擊產生的振動位移和頻率；
 - F. 空氣動力產生的振動頻率(即風扇、鼓風機等設備)；
 - G. 由電機轉動設備或變壓器等設備所產生的電磁力和其頻率。
- (3) 機械設備的特殊需求，如
- A. 可能影響機械設備固定系統型式、尺寸、剛性等特性的連結設備或附屬設備，如電氣接頭、管件、液體管路、或氣體管路等。
 - B. 外部施加的力或力矩。
 - C. 需要通道進入的區域。
 - D. 氣冷系統中冷卻空氣所需要的最小空間，同時任何可能影響振動隔離器正常操作的溫度梯度，皆應在圖面上詳細說明，同時應說明振動隔離器正常操作的溫度範圍。
 - E. 機械設備和基礎之間的最大允許空間。
- (4) 機械設備的接地和其他的電氣應用規範，應在圖面中詳細說明。
- (5) 應說明維持機械設備穩定性的特殊需求，例如機械設備中存在無法克服的側向推力，或機械設備具有很高的或變動的質量中心，而由質量中心下方的振動隔離系統減振時，所需特別注意的事項。

振動隔離系統的物理特性

17. 振動隔離系統的製造商應提供其系統特性的詳細資料，這些資料至少應包括：
- (1) 振動隔離系統的形式。
 - (2) 製造振動隔離系統所使用的材料。
 - (3) 振動隔離系統的重量。
 - (4) 振動隔離系統的槓桿效能及其水平調整方式。
 - (5) 振動隔離系統的靜態剛性。
 - (6) 在機械正常操作狀態下振動隔離系統所能承受的最大及最小負載力量(以牛頓為單位表示)。
 - (7) 振動隔離系統的尺寸及安裝位置(以圖面表示)。
 - (8) 相對於振動隔離系統所承受的負載及時間，其防止潛變的能力。

18. 振動隔離系統的製造商應以動態剛性的形式說明其系統的平移及轉動的動態特性，同時應說明獲得此動態剛性之負荷/變形量曲線和數據的環境條件和負荷增加的斜率，及此動態剛性的誤差和可信度。若是這些資料無法計算和提供，製造商可以用詳細描述的實際量測系統中所量測得到的傳遞特性，作為說明振動隔離系統動態特性的表示形式。
19. 振動隔離系統動態特性與下列系統輸入參數的變化量有關：
 - (1) 以負荷為函數的系統共振頻率。
 - (2) 振幅大小。
 - (3) 溫度。
 - (4) 阻尼係數。
20. 振動隔離系統的製造商應在三個主軸方向說明振動隔離系統的減振效率，並指明可應用的頻率。
21. 振動隔離系統製造商應提供其系統的耐用能力或是其物理特性改變的相關資料，這些資料包括：
 - (1) 與重復變形和衝擊相關的系統承受極限。
 - (2) 潛變數據(永久變形數據)，及取得此數據的方式。
 - (3) 由於儲存於特殊環境下(包括最高和最低溫度，環境的磁場效應等)所產生的時效特性改變。
22. 為確保振動隔離系統的正确使用及其功能的正常發揮，振動隔離系統製造商應提供其系統下列資料：
 - (1) 振動隔離系統操作環境的最高及最低溫度，超過此最高溫度或低於此最低溫度則振動隔離系統雖然在指定的負荷率下操作，仍然無法正常的發揮功能或是系統會產生物理特性的永久性變化。
 - (2) 振動隔離系統由於濕度、水、鹽霧、細菌、臭氧、油和燃料、腐蝕性蒸氣、日曬等因素，所產生的腐蝕及劣化，及振動隔離系統對此腐蝕及劣化的抵抗能力。
 - (3) 振動隔離系統在惡劣環境下的操作能力，如在風沙及粉塵環境下操作，或是在強烈的電磁場附近操作。
 - (4) 允許的儲存環境。
23. 振動隔離系統的製造商應提供任何定期及不定期維修保養，檢查和服務的詳細資料。

使用者應提供給機械設備製造商的資訊

24. 機械設備的使用者應提供機械設備的製造商此機械設備安裝位置附近建築物結構的相關技術資訊，使得製造商能夠了解機械設備可能的操作環境、目標物等基本技術資料。這些資料包括：
- (1) 機械設備未來安裝位置的結構型式，如鋼構建築物、混凝土建築物、電廠、船舶上使用……等。
 - (2) 機械設備未來在此建築物中的安裝位置，如引擎室、地下室、樓層、屋頂、甲板……等。
 - (3) 建築物支撐結構的數據，如土壤的狀態、土壤所能承受的負荷、地下水位、支撐結構的自然頻率和位移性能等。
 - (4) 減振性及振動隔離效率，或是使用者可以接受的振動容許標準，包括振動將會發生的區域，如住宅區、工業區、機械設備安裝位置附近的機械型式，如測試設備、衝擊性機械等。
25. 使用者應提供機械設備製造商在安裝機械設備之前附近建築物的振動和衝擊性的狀態，並以相對於三個主軸方向的振動振幅量(位移、速度或加速度)，相對應的頻率，及發生振動的時間性和週期，同時應提供振動的以往的時域資料、頻域分析、和其他必要的參數資料。
26. 使用者應提供機械設備製造商機械設備未來安裝位置附近的操作環境，此操作環境最少應包括：
- (1) 最高和最低的溫度限制。
 - (2) 濕度、水份量、風沙或粉塵、鹽霧、臭氧濃度、油量、有機溶劑量、輻射量、電磁場強度等。

振動隔離效率的確認

27. 供應已隔絕振動的機械設備的製造商，或是供應振動隔離系統的製造商應提供機械設備安裝位置附近結構物的振動隔離效率。此振動隔離效率應以實驗及合約指定的方法進行驗證。若是機械設備是以大量生產的方式製造，則此驗證方式可以用正常的安裝條件進行驗證，製造商應提供此狀況下進行驗證時的安裝條件。
28. 驗證振動隔離效率時，應包括：
- (1) 依照上述第25條所述，在安裝機械設備之前對振動的量測與評估，而此振動量測和評估應在機械設備未來安裝的位置，及預期的操作環境下進行驗證。
 - (2) 應以書面提供振動量測的位置和量測結果。
 - (3) 應與機械設備的製造商或是振動隔離系統供應商溝通振動量的允

收標準。

- (4) 溝通後製造商或供應商接受的振動允收標準應以書面方式記載於合約中。
 - (5) 機械設備安裝後，應以指定的方式和指定的程序，在合約中訂定的位置及操作條件和操作環境下進行振動量測和振動結果分析。
 - (6) 振動量測的結果應與合約中的振動允收標準進行比對，以確定是否達到振動隔離的預期效果。
29. 常用的振動隔離系統有機械式，液壓式和氣壓式三種。機械式主要包含彈簧及阻尼器；液壓式/氣壓式則使用液壓腔/氣壓腔，將液體(如水、液壓油等)/氣體(如壓縮空氣、氮氣等)壓入液壓腔/氣壓腔中，以達到所需要的剛性及阻尼效果。
 30. 機械式振動隔離系統的維修保養容易，造價便宜，適用範圍廣，且可以在大多數的惡劣環境下操作，為最常見的振動隔離系統。其使用的彈簧多為金屬彈簧和彈性材質彈簧，金屬彈簧的剛性高，對操作環境(尤其是高低溫度的變化)較不敏感，但是其阻尼性較差；彈性材料彈簧的阻尼效果較佳，但是其剛性較差，且對操作環境(尤其是高低溫度的變化)較為敏感。
 31. 液壓式振動隔離系統和氣壓式振動隔離系統造價較高，相對於機械式振動隔離系統其維修保養較為困難，但其振動隔離效果也較為穩定，且其阻尼效果較機械式振動隔離系統高很多振動隔離系統，能吸收較多的共振點振動能量。相對而言，氣壓式振動隔離系統的反應速度較液壓式振動隔離系統為快，但也相對的較不穩定。使用液壓式振動隔離系統和氣壓式振動隔離系統應注意防止液壓腔/氣壓腔的破裂，導致其內的液體/氣體洩漏所造成的環境污染及危害。
 32. 振動隔離系統的阻尼效果越強，越能夠吸收振動體在共振頻率時的振動能量，降低振動的振幅，因此當機械設備的運轉，必須經過機械設備的共振頻率時，應儘可能使用高阻尼強度的振動隔離系統。

相關法令、標準

1. 勞工安全衛生法第五條第一項第一款
雇主應有防止機械、器具、設備等引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
2. 勞工安全衛生法第五條第一項第三款

雇主應有防止電、熱及其他之能所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。

3. 勞工安全衛生法第五條第一項第八款
雇主應有防止輻射線、高溫、低溫、超音波、噪音、振動、異常氣壓等所引起之危害之必要且符合標準之安全衛生設備。
4. 勞工安全衛生法設施規則第四十三條
雇主對於機械之原動機、轉軸、齒輪、帶輪、飛輪、傳動輪、傳動帶等有危害勞工之虞之部分，應有護罩、護圍、套胴、跨橋等設備。

參考資料

1. 行政院勞工委員會，民國80年，台北，勞工安全衛生法。
2. 行政院勞工委員會，民國80年，台北，勞工安全衛生法施行細則。
3. 行政院勞工委員會，民國83年，台北，勞工安全衛生設施規則。
4. 行政院勞工委員會，民國81年，台北，機械器具防護標準。
5. National Safety Council，USA，Industrial Safety Data Sheets。
6. 行政院經濟部中央標準局，國家標準。
7. EN 1299:1997 Mechanical Vibration and Shock- Vibration isolation of machines- Information for the application of source isolation.
8. ISO 2041:1990 Vibration and Shock - Vocabulary.
9. ISO 7626-1:1986 Vibration and Shock- Experimental determination of mechanical mobility- Part 1: Basic definitions and transducers.
10. PrEN 1032 Mechanical Vibration- Testing of mobile machinery in order to determine the whole - body vibration emission value- General
11. ISO 2017:1982 Vibration and Shock- Isolators- Procedure for specifying characteristics